

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-027504

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl.

H04N 13/04

G02B 27/22

G03B 35/00

G09F 9/00

(21)Application number : 2000-202314

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 04.07.2000

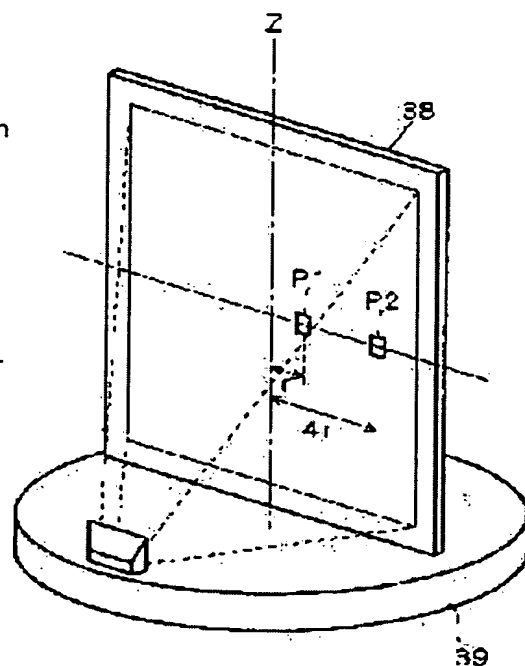
(72)Inventor : MIYAZAKI MAKOTO
YOSHII KEN

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE DISPLAY SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make uniform the illumination distribution of a three-dimensional image to be displayed in the display space of a screen in a system for displaying the three-dimensional image by volume scanning.

SOLUTION: A specific brightness slope is set according to distance from a rotary center (rotary axis Z) to the screen 38 that is rotated with the rotary axis Z as a center, and the illumination distribution of a sectional image that is projected on the screen 38 is adjusted. For example, the distance of pixels P1 and P2 from the rotary center is r and $4r$, respectively. Therefore, the brightness slope is set so that the illumination of the pixel P1 becomes four times larger than that of the pixel P2. Then, based on such brightness slope, the illumination distribution of the sectional image to be projected on the screen 38 is adjusted. As a result, illumination at an inner periphery becomes equal to that at an outer-periphery side at display space by the screen 38.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-27504
(P2002-27504A)

(43)公開日 平成14年1月25日(2002.1.25)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 4 N 13/04		H 0 4 N 13/04	2 H 0 5 9
G 0 2 B 27/22		G 0 2 B 27/22	5 C 0 6 1
G 0 3 B 35/00		G 0 3 B 35/00	5 G 4 3 5
G 0 9 F 9/00	3 1 2	G 0 9 F 9/00	3 1 2
	3 6 1		3 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-202314(P2000-202314)

(22)出願日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 宮崎 誠

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 吉井 謙

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

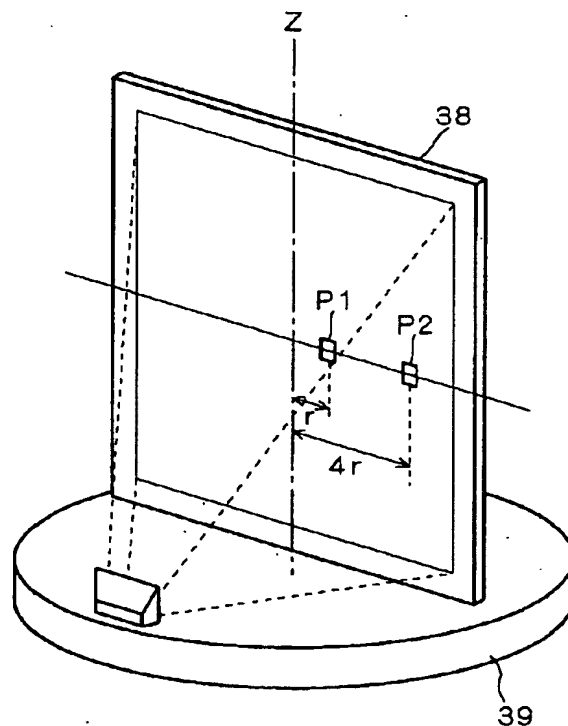
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 立体画像表示システム

(57)【要約】

【課題】 体積走査によって立体画像を表示するシステムにおいて、スクリーンの表示空間内に表示される立体画像の照度分布を均一化すること。

【解決手段】 回転軸Zを中心に回転するスクリーン38に対して回転中心(回転軸Z)からの距離に応じて所定の輝度勾配を設定し、スクリーン38に投影される断面画像の照度分布を調整する。例えば、画素P1は回転中心からの距離がrであり、画素P2は4rであるため、画素P1の照度が画素P2の照度の4倍となるように輝度勾配を設定する。そして、そのような輝度勾配に基づいてスクリーン38に投影する断面画像の照度分布の調整を行う。この結果、スクリーン38による表示空間には、内周側の照度と外周側の照度とが均一なものとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転するスクリーンに表示対象物の断面画像を順次に投影することによって、前記スクリーンの表示空間内に前記表示対象物の立体画像を表示する立体画像表示システムであって、前記スクリーンの回転中心からの距離に応じた輝度勾配を設定して前記断面画像の照度分布を調整する照度分布調整手段と、前記照度分布の調整された前記断面画像を発生させ、前記スクリーンに投影する手段と、を備えることを特徴とする立体画像表示システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の立体画像表示システムにおいて、前記輝度勾配は前記距離が大きくなるにつれて大きくなるように設定されることを特徴とする立体画像表示システム。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の立体画像表示システムにおいて、前記輝度勾配は、前記回転中心において、前記断面画像の照度を有効とするための所定値以上の値に設定されることを特徴とする立体画像表示システム。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の立体画像表示システムにおいて、前記照度分布調整手段は、前記輝度勾配に基づいて前記断面画像に関する断面画像データの画素ごとの輝度値を補正することによって、前記断面画像の照度分布を調整することを特徴とする立体画像表示システム。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の立体画像表示システムにおいて、前記照度分布調整手段が、前記輝度勾配に基づいて光の透過率の設定が施された光量分布フィルタで構成され、当該光量分布フィルタが前記断面画像を前記スクリーンに投影するための光路中に介挿されることによって前記断面画像の照度分布を調整することを特徴とする立体画像表示システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、体積走査法によって立体画像を表示する立体画像表示システムに関し、特に、スクリーン回転方式による立体画像表示システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、立体画像を表示するための立体画像表示システムとして、特開 2000-78616 号公報に開示されるものがある。この立体画像表示システムは、いわゆる体積走査法によって立体画像の表示を実現するものであり、高速に回転するスクリーンが所定角度ごとの位置にあるときに、表示対象物の断面画像を順次に投影することによって、残像効果を生じさせて断続的に投影される断面画像の包絡を視認させて、スクリーン

の回転空間（表示空間）内に表示対象物の立体画像を表示するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の立体画像表示システムでは、スクリーン上に断面画像を投影する場合、スクリーンの平面内において均一な照度分布で断面画像を投影するため、スクリーンの内周側と外周側とで単位時間当たりに走査する体積が異なることから、スクリーンの内周側が比較的明るくなるのに対し、外周側は内周側に比べて暗くなる。すなわち、スクリーンを回転させることにより、表示空間内に表示される立体画像の見かけ上の照度分布が、内周側と外周側とで不均一なものとなるのである。

【0004】 そこで、この発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、スクリーンの表示空間内に表示される立体画像の照度分布を均一なものとする立体画像表示システムを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、回転するスクリーンに表示対象物の断面画像を順次に投影することによって、前記スクリーンの表示空間内に前記表示対象物の立体画像を表示する立体画像表示システムであって、前記スクリーンの回転中心からの距離に応じた輝度勾配を設定して前記断面画像の照度分布を調整する照度分布調整手段と、前記照度分布の調整された前記断面画像を発生させ、前記スクリーンに投影する手段とを備えている。

【0006】 請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の立体画像表示システムにおいて、前記輝度勾配は前記距離が大きくなるにつれて大きくなるように設定されることを特徴としている。

【0007】 請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の立体画像表示システムにおいて、前記輝度勾配が、前記回転中心において、前記断面画像の照度を有効とするための所定値以上の値に設定されることを特徴としている。

【0008】 請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の立体画像表示システムにおいて、前記照度分布調整手段が、前記輝度勾配に基づいて前記断面画像に関する断面画像データの画素ごとの輝度値を補正することによって、前記断面画像の照度分布を調整することを特徴としている。

【0009】 請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の立体画像表示システムにおいて、前記照度分布調整手段が、前記輝度勾配に基づいて光の透過率の設定が施された光量分布フィルタで構成され、当該光量分布フィルタが前記断面画像を前記スクリーンに投影するための光路中に介挿されることによって前記断面画像の照度分布を調整することを特徴としている。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0011】<1. 第1の実施の形態>

<1-1. 全体システムの構成>この発明に係る立体画像表示システムの実施の形態として、立体画像表示システム1の全体的な構成を図1に示す。この立体画像表示システム1は、いわゆる体積走査法によって表示対象物の立体表示を行う立体画像表示装置100と、立体画像表示装置100に対して表示対象物の断面画像に関するデータ（断面画像データ）を供給するホストコンピュータ3とから構成されている。

【0012】立体画像表示装置100は、後述するように所定の回転軸を中心に高速で回転するスクリーンに対して表示対象物の断面画像を断続的に投影することによって残像効果を生じさせて立体画像を表示する。そして、回転するスクリーンの位置（角度）に応じて投影する断面画像を更新していくことにより、様々な表示対象物の立体像を表示する。

【0013】ホストコンピュータ3は、CPU3aとディスプレイ3bとキーボード3cとマウス3dとを含んで構成されるいわゆる一般的なコンピュータシステムである。なお、キーボード3cとマウス3dとは、断面画像生成を行う際の各種条件を操作入力するための操作入力手段として機能する。

【0014】このホストコンピュータ3には、予め入力されている表示対象物の形状データ（3次元画像データ）からスクリーンが回転する際の各角度に対応する断面画像の2次元画像データ（断面画像データ）を生成する処理を行うソフトウェアが組み込まれている。このため、ホストコンピュータ3は、表示対象物の形状データからスクリーンの回転角度に応じてスクリーン上に投影すべき表示対象物の断面画像データを生成することができ、その生成された断面画像データを立体画像表示装置100に供給する。

【0015】ホストコンピュータ3と立体画像表示装置100の間では、オンラインによるデータの受け渡しが可能であるとともに、可搬型の記録メディア4を介してのオフラインによるデータの受け渡しも可能である。記録メディア4としては、光磁気ディスク（MO）、コンパクトディスク（CD-RW）、デジタルビデオディスク（DVD-RAM）、メモ리카ード等がある。

【0016】<1-2. 立体画像表示装置>次に、立体画像表示装置100の一実施形態について説明する。図2は、立体画像表示装置100の概観を示す図である。この立体画像表示装置100は、スクリーン38に断面画像を投影するための光学系や各種データ処理を行うための制御機構が内蔵されたハウジング20と、そのハウジング20の上部側に設けられて内部に回転するスクリーンを収容する円筒状の風防20aとを備えている。

【0017】風防20aはガラスやアクリル樹脂等の透明な材質で形成されており、内部側で回転するスクリーン38に投影される断面画像を外部より視認することができるように構成されている。また、風防20aは内部空間を密封しており、そのことによってスクリーン38の回転の安定化や回転駆動するモータの消費電力の低減を図っている。

【0018】ハウジング20の前面側には液晶ディスプレイ（LCD）21、着脱可能な操作スイッチ22、記録メディア4の着脱口23が配置されており、また側面側にはデジタル入出力端子24が設けられている。液晶ディスプレイ21は、操作入力を行う際の操作案内画面の表示手段及び表示対象物のインデックスのための2次元画像の表示手段として用いられる。デジタル入出力端子24はSCSI端子あるいはIEEE1394端子等である。さらにハウジング20の外周面の4箇所には音声出力のためのスピーカ25が配置されている。

【0019】スクリーン38による立体画像の表示は、操作スイッチ22に設けられた各ボタンを操作することによって記録メディア4に記録されているデータファイルから立体表示を行いたい断面画像データを選択したり、又はホストコンピュータ3側に保存されているデータファイルから断面画像データを選択することにより開始される。

【0020】次に、立体画像表示装置100においてスクリーン38上に断面画像を投影するための機構について説明する。図3は、立体画像表示装置100における光学系を含む構成を示す図である。図3に示すように立体画像表示装置100における光学系は、照明光学系40と投影光学系50とDMD（デジタル・マイクロミラー・デバイス）33とTIRプリズム44とを備えて構成される。

【0021】DMD33は、スクリーン38に投影する断面画像（光像）を生じさせるために設けられたものであって、1辺が16 μ m程度の矩形の金属片（例えばアルミニウム片）の極めて小さなミラーを1画素として1チップあたり数十万枚の規模で平面に敷き詰めた構造を有し、各画素直下に配置されたSRAM出力の静電電界作用により各ミラーの傾斜角を個々に ± 10 度で制御できるデバイスである。なお、ミラーの角度制御は、SRAM出力の「1」、「0」に対応して、ON/OFFのバイナリ制御であり、光源41からの光が当たると、ON（またはOFF）の方向を向いているミラーで反射した光だけが投影光学系50の方向に進み、OFF（またはON）の方向を向いているミラーで反射した光は有効な光路から外れ投影光学系50の方向には進まない。このように個々のミラーに対するON/OFF制御を断面画像データに基づいて行うことにより、ON/OFFのミラー分布に対応した断面画像（光像）が生成されてスクリーン38に投影されることになる。

【0022】なお、各ミラーの傾斜角を制御して反射する光の方向を切り換えるが、この切り換え時間の調整（反射する時間の長さ）により各画素の濃淡（階調）を表現することができ、1色につき256階調が表現できる。そして、光源41からの白色光を周期的に切り替わるR（赤）、G（緑）、B（青）の3色のカラーフィルタ43に通し、通過した各色にDMDチップを同期させることでカラー画像を形成したり、R、G、Bの各色ごとにDMDチップを準備して3色の光を同時に投影することでカラー画像を形成することができる。

【0023】このようなDMD33は、第一に光利用効率が非常に高いこと、第二に高速応答性を有することの2つの大きな特徴を有しており、一般にはその高い光利用効率を活かしてビデオプロジェクト等の用途に使用されている。

【0024】この実施形態においては、DMD33のもう一つの大きな特徴である高速応答性を利用することにより、残像効果を利用する体積走査法において表示対象物に関する立体画像の表示を効果的に行うことができるように実現される。

【0025】DMD33は一枚一枚のミラーの偏向の応答性が約 $10\mu\text{sec}$ であることと、画像データの書き込みが一般的なSRAMとほぼ同様の方法でできることから、1枚の画像を生成するのに要する時間は 1msec あるいはそれ以下ときわめて高速である。仮に 1msec であるとする、残像効果を実現するために $1/18\text{sec}$ で 180° （すなわち毎秒9回転）の体積走査を行う場合に生成できる断面画像の数は約60枚となる。従来この種の立体画像表示装置において断面画像を発生させるために検討されていたCRTや液晶ディスプレイ等と比較すると、DMD33は単位時間当たりはるかに多くの断面画像をスクリーン38上に投影することができ、非回転対称形状の立体の表示のみならず、動画の表示にも対応することができるのである。

【0026】また、DMD33の特徴の1つである光の利用効率の高さも、より明るい断面画像をスクリーン38上に投影することで残像効果を高めることに寄与し、CRT方式等と比較して高品位の立体画像の表示を可能にする。

【0027】なお、図3に示すようにDMD33の画像生成面側には、照明光学系40からの照明光を各微小ミラーに導くとともに、DMD33で生成された断面画像を投影光学系50に導くためにTIRプリズム44が配設されている。

【0028】照明光学系40は、白色光源41と照明レンズ系42とを有しており、白色光源41からの照明光は照明レンズ系42により平行光とされる。照明レンズ系42はコンデンサレンズ421、インテグレート422、カラーフィルタ43、リレーレンズ423及び光量分布フィルタ424により構成される。白色光源41か

らの照明光はコンデンサレンズ421により集光されてインテグレート422に入射する。そして、インテグレート422によって光量分布が均一な状態とされた照明光は、光量分布フィルタ424によってDMD33に導く光の光量分布を調整する。光量分布フィルタ424は、光路に垂直なフィルタ面において照明光の透過率が異なるように設定されており、フィルタ面の各位置に入射する光は各位置の透過率に応じて透過するので、光量分布フィルタ424を透過する光はフィルタ面の透過率に応じた光量分布の調整が行われることになる。なお、光量分布フィルタ424に設定される透過率の詳細については後述する。

【0029】そして、光量分布の調整された光は、回転式のカラーフィルタ43によってR、G、Bのいずれかの色成分に分光され、分光された照明光はリレーレンズ423により平行光とされた上で、TIRプリズム44に入射し、DMD33上に照射される。

【0030】DMD33は、ホストコンピュータ3から与えられる断面画像データに基づいて個々の微小ミラーの傾斜角度を変化させることにより照明光のうちの断面画像を投影するのに必要な光成分のみを投影光学系50に向けて反射させる。

【0031】投影光学系50は投影レンズ系51とスクリーン38とを有している。投影レンズ系51は両テレセントリックレンズ511と投影レンズ513と投影ミラー36、37と像回転補償機構34とを備えており、このうち投影レンズ513と投影ミラー36、37はスクリーン38を回転軸Zのまわりに回転させる回転部材39の内部側に配置されている。

【0032】DMD33で反射された光（断面画像）は両テレセントリックレンズ511により平行光にされ、断面画像の像回転補償を行うために像回転補償機構34を通過する。そして、像回転補償機構34において像回転補償が行われた光束は投影ミラー36、投影レンズ513、投影ミラー37を経由して最終的にスクリーン38の主面（投影面）上に投影される。

【0033】この光学系において、投影ミラー36、投影レンズ513、投影ミラー37及びスクリーン38は回転部材39に固定されており、回転部材39の回転とともにスクリーン38の中心軸を含む垂直な回転軸Zの回りに角速度 Ω で回転する。つまり、体積走査を行うためにスクリーン38を回転させる際には、回転部材39内部に配置された投影ミラー36、投影レンズ513及び投影ミラー37もスクリーン38と一体となって回転するため、スクリーン38がいかなる角度となっても常にその正面側から断面画像の投影を行うことができるのである。

【0034】スクリーン38の回転角度は位置検出器73により常に検出されている。位置検出器73において検出されたスクリーン38の回転位置情報は、立体画像

表示装置100に設けられた表示制御部370に与えられる。

【0035】立体画像表示装置100には、ホストコンピュータ3から供給される断面画像データを一時的に記憶するメモリ380と、位置検出器73から得られる回転位置情報に基づいてDMD33に断面画像データを与える表示制御部370とが設けられている。

【0036】メモリ380はスクリーン38が 360° 回転（又は 180° 回転）する間の所定の角度間隔ごとのスクリーン位置にて投影すべき複数の断面画像に関する断面画像データを記憶することができるように構成されている。

【0037】そして、表示制御部370が位置検出器73から得られる回転位置情報に基づいて、メモリ380に記憶されている複数の断面画像のうちから一の断面画像を選択し、その断面画像データをDMD33に与えるように構成されている。

【0038】この結果、DMD33においてスクリーンの位置に応じた断面画像（光像）が生成されてスクリーン38上に投影されるのである。

【0039】また、投影レンズ513の役割は、光束がスクリーン38上に至るところで適切な画像サイズをなすようにすることである。また、投影ミラー37はスクリーン38に投影される立体画像を観察する際に観察者の視線を妨げないように、スクリーン38の正面の斜め下方向（図3の場合は回転部材39の内部側）から断面画像を投影するように配置されている。なお、投影レンズ513の投影ミラー36及び37に対する位置的な順序関係は必ずしも本実施形態にとらわれるものではない。

【0040】ここで、像回転補償機構34について説明する。図3に示す像回転補償機構34は、いわゆるイメージローテータの構成によって実現されている。スクリーン38が取り付けられている回転部材39がある回転角度に位置する場合に、スクリーン38上に投影されている断面画像を基準像とする。もし像回転補償機構34を用いないとすると、回転部材39が回転するにつれ投影される断面画像はスクリーン38上で面内回転し、回転部材39が 180° 回転したところで投影される断面画像は基準像に対し上下が逆転した像になってしまう。この現象を防ぐものが像回転補償機構34である。

【0041】図3に示す像回転補償機構34は複数のミラーを組み合わせで構成されるイメージローテータを使用している。イメージローテータを光軸まわりに回転させると、入射画像に対する出射画像がイメージローテータの角速度の2倍の角速度で回転して出射される性質がある。したがって、スクリーン38が取り付けられている回転部材39の角速度の $1/2$ の角速度でイメージローテータを回転させることによって、スクリーン38の回転にかかわらず正立した断面画像を常に投影すること

が可能になる。

【0042】なお、像回転補償機構としてはイメージローテータ以外にダブ（タイプ）プリズムを使用しても同様の効果が得られる。また、ここに説明した像回転補償機構34を使用せず、DMD33の表面上に生成する断面画像をスクリーン38の回転角度に応じて光軸まわりに回転する像とすることで投影像の回転を打ち消すようにしても良い。

【0043】ここで、スクリーン38および回転部材39の斜視概観図の一例を図4に示す。図4に示すように回転部材39は円盤形状をなし、その側面に回転駆動手段となるモータ74の回転軸が接することによって回転駆動される。なお、回転部材39の中心軸にモータを直結したり、歯車やベルトを介して駆動させるようにしても良い。

【0044】図4に示すようにスクリーン38がある回転角度 θ_1 にあるとき、そのスクリーン位置 θ_1 に対応した表示対象物の断面画像Q1（DMD33で生成）がスクリーン38に投影される。そこから微小時間が経過してスクリーン38が所定角度回転し、その回転角度が θ_2 になったとき、今度はスクリーン位置 θ_2 に対応した表示対象物の断面画像Q2（DMD33で生成）がスクリーン38に投影される。

【0045】投影ミラー36、投影レンズ513および投影ミラー37はスクリーン38に対して一定の位置関係を保ったまま共に回転するので、スクリーン38上には回転にかかわらず常に断面画像が投影され続ける。そして回転部材39を 360° 回転（若しくは 180° 回転）させた時点で再び始めと同じ断面画像が現れ、1回の体積走査が完了する。このような動作を回転部材39の回転速度を残像効果が起きるように十分に速く、かつ投影する断面画像の枚数を十分に多くすることによって、観察者はスクリーン38が回転して形成される回転空間（表示空間）内に断面画像の包絡としての立体画像を視認することができるのである。

【0046】以上のような構成により、立体画像表示装置100において回転するスクリーン38に順次に断面画像を投影することができ、表示空間内に立体画像の表示を行うことが可能になるのである。

【0047】ここで、スクリーン38に投影する断面画像の照度分布がスクリーン38の投影面において均一である場合には、スクリーン38を回転させると、回転中心となる回転軸Zに近い側と、遠い側とでは見かけ上の照度が異なることとなる。

【0048】図5は、スクリーン38における同一高さ位置における2つの画素P1、P2を示す図である。図5に示すように、画素P1は回転中心となる回転軸Zから距離 r だけ離れた位置にあり、画素P2は回転軸Zから距離 $4r$ だけ離れた位置にある。

【0049】また、図6は、これらの画素P1、P2が

スクリーン38の回転に伴って移動する軌跡を示す図である。図6に示すように、画素P1がスクリーン位置 θ_1 からスクリーン位置 θ_2 まで移動すると仮定すると、その移動により画素P1は体積空間V1を走査するとともに、画素P2は体積空間V2を走査する。ここで、スクリーン38に投影される断面画像全体において、単位面積当たりの照度分布が均一である仮定すると、画素P1が体積空間V1を移動することによってもたらす単位体積当たりの照度と、画素P2が体積空間V2を移動することによってもたらす単位体積当たりの照度とが異なったものとなる。具体的には、画素P1による単位体積当たりの照度が、画素P2による単位体積当たりの照度よりも小さいものとなるのである。そして、画素P1は回転中心から距離 r だけ離れた位置にあり、画素P2はその4倍の距離である $4r$ だけ回転中心から離れた位置にあるため、体積空間V2における単位体積当たりの照度は体積空間V1における単位体積当たりの照度の $1/4$ となる。

【0050】図7は、表示空間における径方向に単位体積当たりの照度分布を示す図である。図7に示すように、スクリーン38が回転する体積走査によって立体表示を実現する場合、スクリーン38の回転中心からの距離に応じて単位体積当たりの照度が低下することとなる。つまり、スクリーン38による表示空間内において、表示空間の中心付近においては比較的明るく鮮明な立体画像が表示されるのであるが、表示空間の中心から外側に向かうにつれて立体画像の明るさが低下し、立体画像の外縁部分の鮮明度が低下するという事態が生じるのである。

【0051】このような単位体積当たりの照度分布を均一化する方法として、投影する断面画像に対して予め回転軸からの距離に応じた輝度勾配を設定し、その輝度勾配に基づいてスクリーン38に投影する断面画像の照度分布を調整する方法が考えられる。図8は、単位体積当たりの照度分布を均一化するために設定される投影する断面画像に対して予め回転軸からの距離に応じた輝度勾配L1を示す図である。図8に示すように、輝度勾配L1は、スクリーン38の投影面において単位面積当たりの照度分布が回転中心からの距離に比例して大きくなるように設定されている。つまり、スクリーン38の投影面に均一な照度分布の断面画像を投影すると、スクリーン38が回転することによって単位体積当たりの照度分布が不均一になることから、図8に示すように、スクリーン38の回転に伴って見かけ上の照度が低下することとなる回転中心から離れた部分については、回転中心からの距離に応じて断面画像の照度を上げるような輝度勾配L1が設定されるのである。

【0052】例えば、画素P2については、画素P1よりも照度分布が4倍となるように設定され、スクリーン38が回転することによって相対的に低下する照度分を

補完するように設定される。

【0053】この結果、表示空間に表示される立体画像の単位体積当たりの照度分布は、図9に示す状態となる。図9に示すように、輝度勾配L1に基づいてスクリーン38に投影される断面画像の水平方向（径方向）について照度分布を調整することによって、スクリーン38による表示空間内での単位体積当たりの照度分布を径方向について均一な状態とすることができ、立体画像を均一な明るさで表示することができるのである。

【0054】なお、図9に示すように、スクリーン38の回転中心付近では表示空間に表示される立体画像の照度は0となる。これは図8の輝度勾配L1が回転中心付近において0となっているからであり、この輝度勾配L1に基づいて照度を調整したとしても回転中心付近においては、断面画像の照度が0となるからである。このため、回転中心以外の領域においては、均一な照度の立体画像を表示することができる一方、表示空間の回転中心においては残像効果による立体画像の表示を行うことができない。

【0055】そこで、図8の輝度勾配L1を変形して回転中心においても適切な立体画像表示を行うことができるようにすることがより好ましい。図10は、そのような輝度勾配L2を示す図である。図10に示すように輝度勾配L2は回転中心においてもその値が0となることはなく、回転中心付近においても残像効果が良好に得られるような所定の値を有するように設定される。

【0056】このような輝度勾配L2に基づいて断面画像の照度分布を調整すると、表示空間における単位体積当たりの照度分布は、図11に示すようになる。すなわち、図10に示すような輝度勾配L2に基づいて断面画像の照度分布を調整すれば、それによって表示空間における回転中心付近においても照度が0となることはなく、回転中心においても良好に立体画像の表示を行うことが可能となっているのである。したがって、図10に示すような輝度勾配L2を採用することによって、その輝度勾配L2に応じた照度調整によって単位体積当たりの照度分布を回転中心においても均一化することができ、それによって表示空間に全域において均一な照度分布の立体画像を表示することが可能になるのである。

【0057】この実施の形態においては、上記のような表示空間における径方向についての照度分布の調整を行うために、断面画像をスクリーン38に投影するための光学系に対して光量分布フィルタ424が設けられているのである。すなわち、この実施の形態において光量分布フィルタ424は照度分布調整手段として機能するのである。そして、光量分布フィルタ424に設定される透過率は、上記図8又は図10に示した輝度勾配L1又はL2に基づいて設定される。具体的には、光量分布フィルタ424において断面画像の回転中心付近に対応する光成分はその透過成分が小さくなるように透過率を低

く設定し、断面画像の左右両端側に向かうにつれて光の透過成分が大きくなるように透過率を高く設定する。つまり、断面画像の回転中心からの距離が大きくなるにつれて透過率が高くなるように設定されるのである。

【0058】この結果、DMD33に導かれる照明光では、スクリーン38の回転中心付近に対応する部分では照度が小さく、また、スクリーン38の両端側に向かうにつれて照度が大きくなる。したがって、スクリーン38を回転軸Zを中心に回転させたとしても、表示空間の全域にわたって立体画像の見かけ上の照度を均一化することが可能となり、品質の高い立体画像を表示することができる。

【0059】特に、光量分布フィルタ424において図10に示すような輝度勾配L2に基づいた透過率を設定した場合には、回転中心においても立体画像の表示を行うことができるので、立体画像の照度の均一性をさらに向上させることが可能になる。

【0060】<1-3. ホストコンピュータ>次に、ホストコンピュータ3について説明する。図12は、ホストコンピュータ3における機能構成を示すブロック図である。ホストコンピュータ3のCPU3aは、形状データ記憶部91、立体表示条件入力部92、断面画像演算部93として機能する。そして、表示対象物の形状データから、スクリーン38が回転する際に各断面画像を投影すべき所定角度ごとのスクリーン位置に対応させた断面画像データを生成し、それを立体画像表示装置100に供給するように構成されている。

【0061】形状データ記憶部91は、表示対象物の形状（模様や彩色が施されていてもよい。）が3次元座標系における輝度データとして表現された形状データを記憶する。

【0062】また、立体表示条件入力部92は、ホストコンピュータ3におけるキーボード3c等からの入力情報に基づいて表示対象物をどのような大きさや姿勢で表示するかについての表示条件等を設定するものであり、ここで設定される表示条件等は断面画像演算部93へと与えられる。

【0063】断面画像演算部93は、形状データ記憶部91から形状データを読み出し、立体表示条件入力部92からの表示条件等に基づいて、その形状データから各スクリーン位置にて投影すべき複数の断面画像に関する断面画像データを生成する。

【0064】図13は、断面画像演算部93において行われる形状データから断面画像データへの変換過程を示す図である。まず、図13(a)のような表示対象物の形状データに対して、回転表示を行う際の中心軸となる回転軸を設定する。この状態が図13(b)である。そして、形状データを1回転（又は半回転）で何分割するかを表示条件等に基づいて決定し、図13(c)に示すように分割数に応じて表示対象物をほぼ均等な角度 $\Delta\theta$

ごとの放射面状に切断する。この切断するときの各断面の位置がスクリーン38に対して断面画像を投影すべきスクリーン位置に対応する。そして、図13(c)に示す各スクリーン位置に対応する断面画像データを生成することにより、図13(d)に示すような所定角度ごとに切断された表示対象物の断面画像に関する断面画像データが生成される。

【0065】図13(d)に示すような1回転（又は半回転）する際に表示対象物の立体画像を表示するのに必要な断面画像群が、1シーン分の断面画像データとなる。この1シーン分の断面画像データに基づいて、立体画像表示装置100において立体表示を行うことにより、表示対象物がある一つの状態にあるときの立体画像を投影することができるのである。なお、動画画像の場合は、断面画像演算部93において表示対象物の初期状態から最終状態に至るまでの各形態のそれぞれについて、1シーンを1つのまとまりとする断面画像データが順次に導出されていき、それらデータが順次に立体画像表示装置100側に供給されていくのである。

【0066】そして、立体画像表示装置100においてDMD33が断面画像をスクリーン38の回転位置に応じて生成する際には、光量分布フィルタ424を通過した照明光によって回転中心付近において照度が低く、かつ、左右両端側では照度の高い断面画像を生成することができる。そのため、回転するスクリーン38には水平方向（径方向）に照度調整の施された断面画像を順次に投影することができ、表示空間において表示される立体画像は均一な照度分布となる。

【0067】また、この実施の形態では、照明光を光量分布フィルタ424に通過させるだけで、照度調整を実現しているので、データ処理によって照度調整を行う場合に比べ、高速な立体画像の照度の均一化を図ることができる。

【0068】<2. 第2の実施の形態>次に、この発明の第2の実施の形態について説明する。上記第1の実施の形態では、スクリーン38に投影される断面画像の照度分布を調整する照度分布調整手段として光量分布フィルタ424が光学系に配置される構成例について説明したが、この実施の形態においては、ホストコンピュータ3において断面画像データの輝度データを補正することにより照度分布の調整を行う例について説明する。なお、この実施の形態においても立体画像表示システム1の基本的な構成は第1の実施の形態におけるものと同様である。

【0069】図14は、第2の実施の形態におけるホストコンピュータ3の機能構成を示すブロック図である。ホストコンピュータ3のCPU3aは、形状データ記憶部91と立体表示条件入力部92と断面画像演算部93と照度分布調整部94とを備えている。形状データ記憶部91と立体表示条件入力部92と断面画像演算部93

とは、第1の実施の形態において説明したものと同様である。そして、この実施の形態においては、断面画像演算部93において生成された断面画像データは照度分布調整部94に与えられる。

【0070】照度分布調整部94は、断面画像データを構成する画素ごとの輝度データに対し、図8又は図10に示した輝度勾配L1、L2に応じた係数を乗算することによって、輝度データの補正を行う。具体的には、照度分布調整部94は、図8又は図10の輝度勾配L1、L2に対応する係数データを保有しており、断面画像データを構成する複数の画素のうちから1画素単位で補正対象となる画素の抽出を行い、その補正対象となる画素が断面画像における水平方向（径方向）の位置を特定する。そして、その補正対象となる画素の水平方向の位置に応じて、図8又は図10の輝度勾配L1、L2の係数データを輝度データに乗算することによって当該補正対象画素についての輝度データの補正を行って照度調整を行うのである。

【0071】したがって、照度分布調整部94は、断面画像データを立体画像表示装置100に対して出力する前段階で、断面画像の径方向に対する照度調整を行うことができ、ホストコンピュータ3で生成される断面画像データにおいて照度分布の調整を行うことができる。つまり、輝度勾配L1、L2に応じた係数データと、断面画像を構成する画素の位置とに応じて、画素ごとの輝度データのダイナミックレンジを調整するのである。その結果、DMD33にて生成される各スクリーン位置での断面画像は、回転中心付近では照度が低く、かつ、左右両端側では照度の高いものとなる。

【0072】そのため、立体画像表示装置100において回転するスクリーン38には水平方向（径方向）に照度調整の施された断面画像を順次に投影することができ、表示空間において表示される立体画像は均一な照度分布となる。

【0073】なお、この実施の形態においても特に図10に示した輝度勾配L2を採用すれば、回転中心においても立体画像の表示を行うことができるので、立体画像の照度の均一性をさらに向上させることが可能になる。

【0074】このように、この実施の形態においては、照度分布調整手段として照度分布調整部94が設けられている。そして、その照度分布調整部94が、スクリーン38の回転中心からの距離に応じて設定される所定の輝度勾配L1、L2に基づいて、断面画像に関する断面画像データの画素ごとの輝度データを補正することによって、スクリーン38に投影される断面画像の照度分布の調整を行うように構成されているので、回転するスクリーン38には水平方向（径方向）に照度調整の施された断面画像を順次に投影することができ、表示空間において表示される立体画像は均一な照度分布となる。

【0075】また、この実施の形態では、断面画像デー

タに対するデータ処理によって照度調整を行うことができるので、第1の実施の形態のように光学系に光量分布フィルタを設ける必要がなく、光学系の小型化等を実現することが可能である。換言すれば、スクリーン38に投影するための断面画像データにおいて照度分布の均一化を図ることができるので、立体画像表示装置100の構造にかかわらず立体画像における照度分布の均一化を実現することができるのである。

【0076】＜3. 変形例＞以上、この発明の実施の形態について説明したが、この発明は上記各実施の形態で説明した内容のものに限定されるものではない。

【0077】例えば、立体画像表示装置100において断面画像を発生させる手段としてDMD33を採用した構成例について説明したが、DMD33以外の素子や装置等を使用してもよい。

【0078】また、上記の説明においては、立体画像表示装置100とホストコンピュータ3とが別体として構成された立体画像表示システム1について説明したが、立体画像表示装置100に上記のホストコンピュータ3の機能が設けられたシステム構成としてもよい。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、スクリーンの回転中心からの距離に応じた輝度勾配を設定して断面画像の照度分布を調整し、照度分布の調整された断面画像を発生させて回転スクリーンに投影するように構成されているため、回転するスクリーンの表示空間内に表示される立体画像の照度分布を均一にすることができ、高品質な立体画像を表示することができる。

【0080】請求項2に記載の発明によれば、輝度勾配は距離が大きくなるにつれて大きくなるように設定されるため、回転するスクリーンの表示空間内に表示される立体画像の外周側と内周側の照度分布を均一化することができ、高品質な立体画像を表示することができる。

【0081】請求項3に記載の発明によれば、輝度勾配は、スクリーンの回転中心において、断面画像の照度を有効とするための所定値以上の値に設定されるため、回転中心においても立体画像に含まれる画像成分を表示することができ、より高品質な立体画像を表示することができる。

【0082】請求項4に記載の発明によれば、照度分布調整手段は、輝度勾配に基づいて断面画像に関する断面画像データの画素ごとの輝度値を補正することによって、断面画像の照度分布を調整するように構成されているため、スクリーンに投影するために用いられる断面画像データにおいて照度分布の均一化を図ることができる。

【0083】請求項5に記載の発明によれば、照度分布調整手段が、輝度勾配に基づいて光の透過率の設定が施された光量分布フィルタで構成され、当該光量分布フィ

ルタが断面画像をスクリーンに投影するための光路中に介挿されることによって断面画像の照度分布を調整するように構成されているため、光量分布フィルタに光を通過させるだけで照度分布の均一化を図ることができ、効率的である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】立体画像表示システムの全体的な構成を示す図である。

【図 2】立体画像表示装置の概観を示す図である。

【図 3】立体画像表示装置における光学系を含む構成を示す図である。

【図 4】スクリーンおよび回転部材の斜視概観図の一例を示す図である。

【図 5】スクリーンにおける同一高さ位置における 2 つの画素 P1、P2 を示す図である。

【図 6】画素 P1、P2 がスクリーンの回転に伴って移動する軌跡を示す図である。

【図 7】表示空間における径方向に単位体積当たりの照度分布を示す図である。

【図 8】回転軸からの距離に応じた輝度勾配の一例を示す図である。

【図 9】表示空間に表示される単位体積当たりの照度分布を示す図である。

【図 10】回転軸からの距離に応じた輝度勾配の一例を示す図である。

【図 11】表示空間における単位体積当たりの照度分布を示す図である。

【図 12】ホストコンピュータにおける機能構成を示すブロック図である。

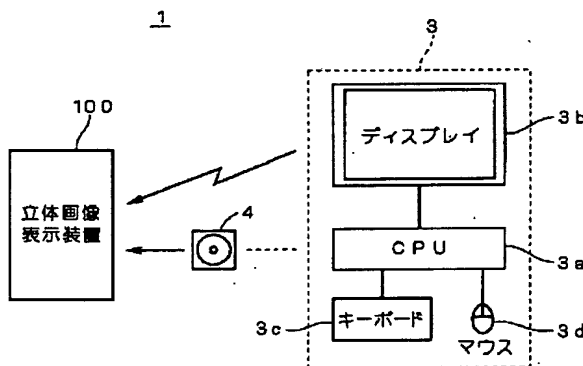
【図 13】形状データから断面画像データへの変換過程を示す図である。

【図 14】第 2 の実施の形態におけるホストコンピュータの機能構成を示すブロック図である。

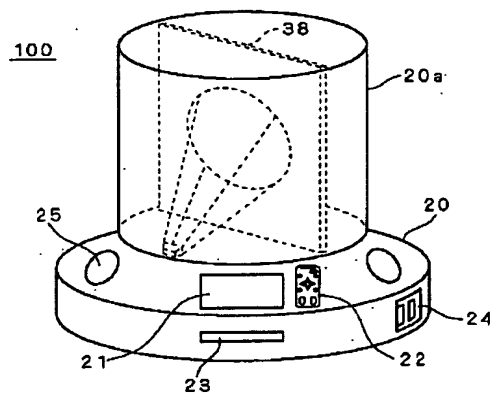
【符号の説明】

- 1 立体画像表示システム
- 3 ホストコンピュータ
- 38 スクリーン
- 91 形状データ記憶部
- 93 断面画像演算部
- 94 照度分布調整部（照度分布調整手段）
- 100 立体画像表示装置
- 370 表示制御部
- 424 光量分布フィルタ（照度分布調整手段）
- P1、P2 画素
- L1、L2 輝度勾配

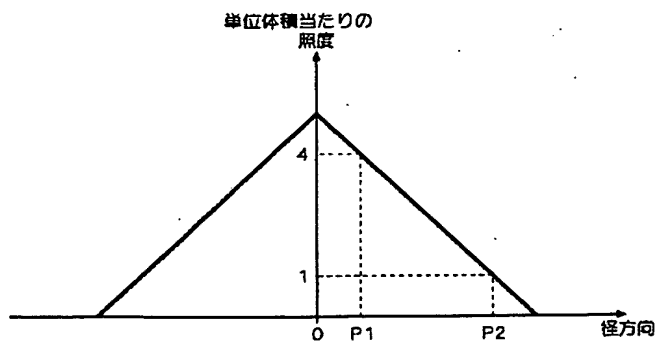
【図 1】



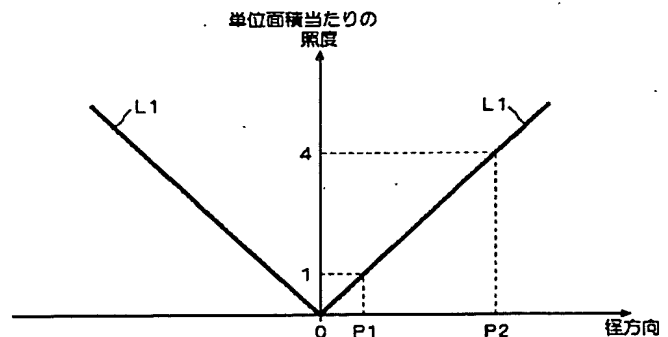
【図 2】



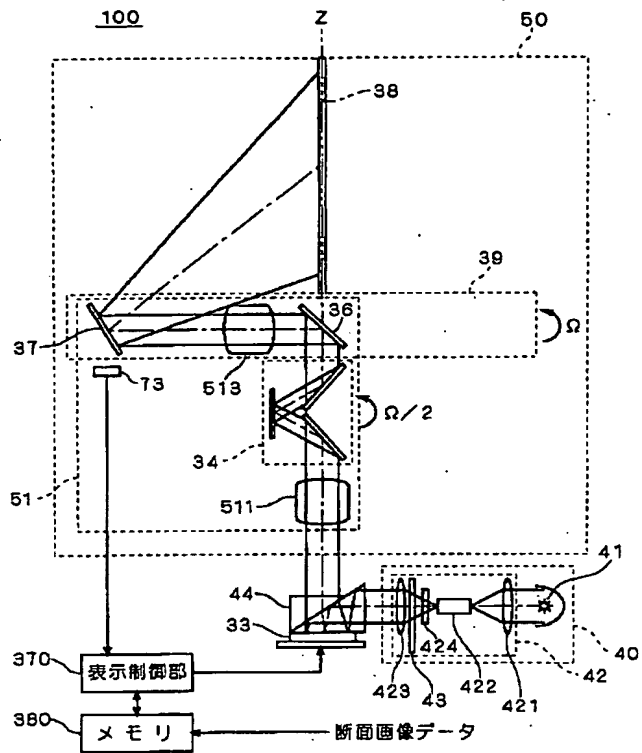
【図 7】



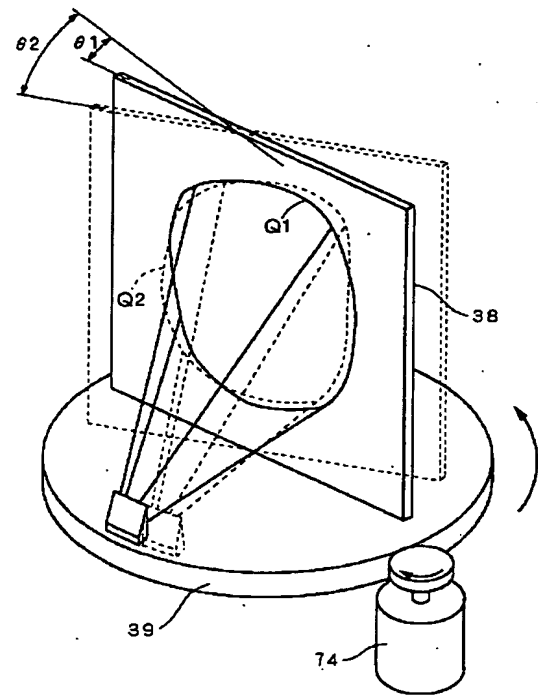
【図 8】



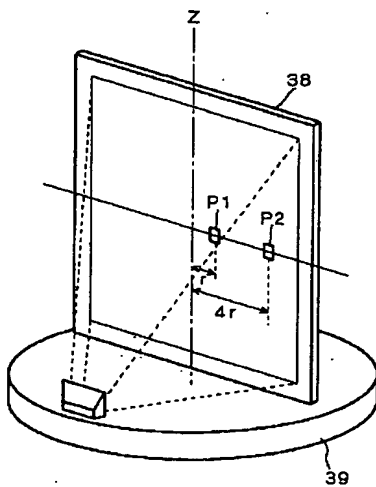
【図3】



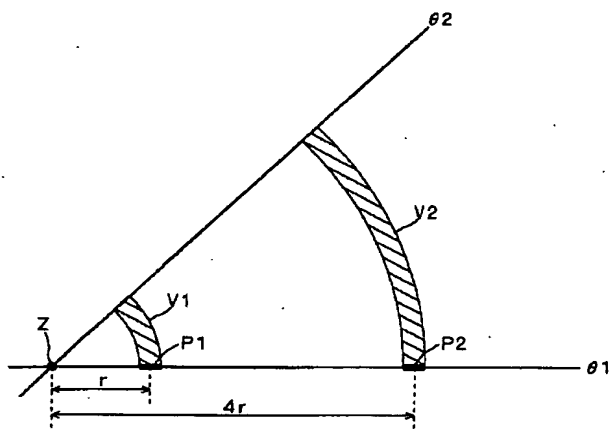
【図4】



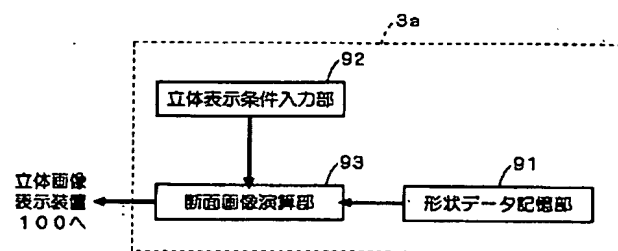
【図5】



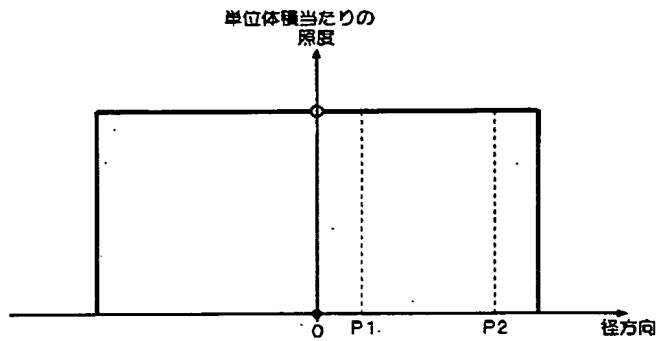
【図6】



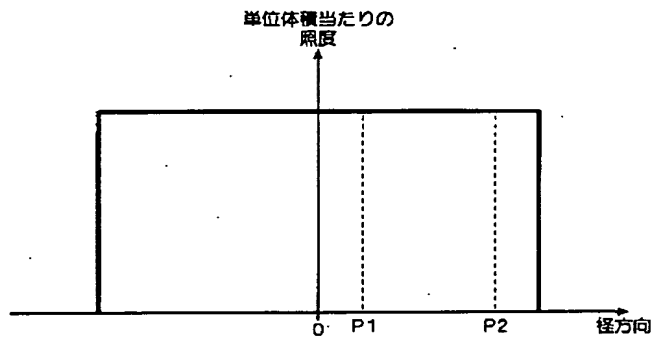
【図12】



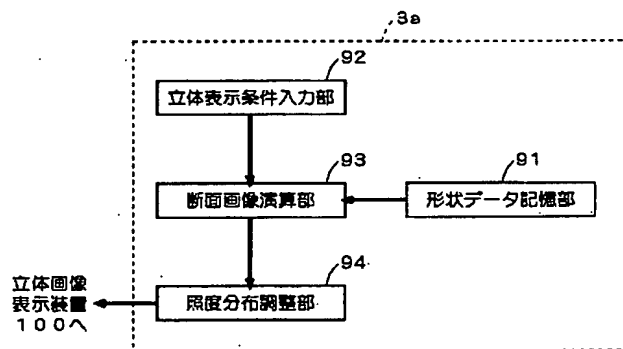
【図9】



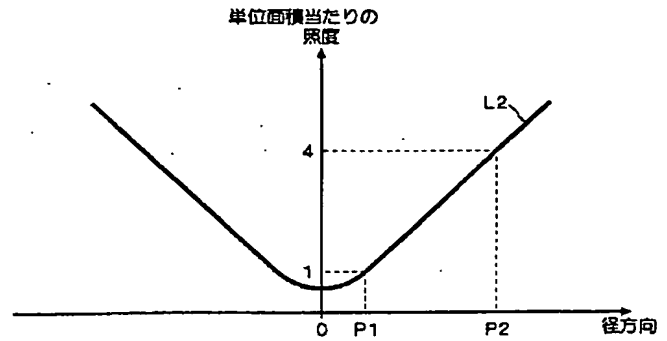
【図11】



【図14】

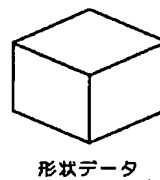


【図10】

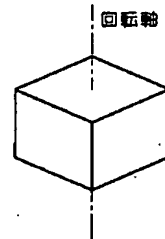


【図13】

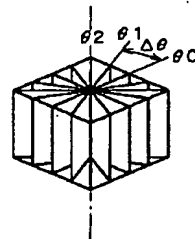
(a)



(b)

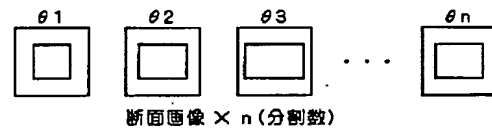


(c)



$$\Delta\theta = 360^\circ / n (\text{分割数})$$

(d)



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H059 AC08
 5C061 AA06 AA11 AA23 AB14
 5G435 AA01 AA16 BB12 BB17 CC11
 EE16 GG46

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.